

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-254417

(43)Date of publication of application : 01.10.1996

(51)Int.Cl. G01B 11/30  
G01B 11/30

(21)Application number : 08-038692

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 31.01.1996

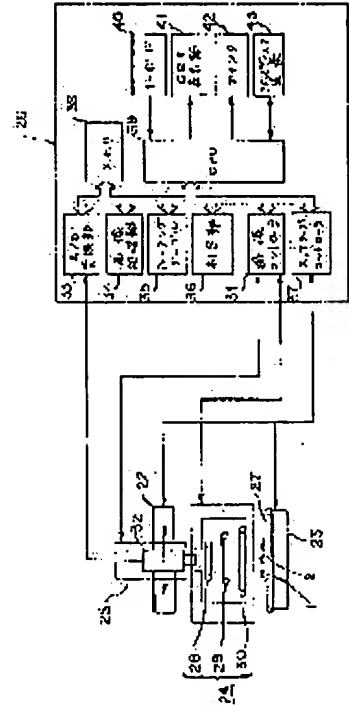
(72)Inventor : KOBAYASHI SHIGEKI  
TANIMURA YASUAKI

## (54) SUBSTRATE OBSERVATION DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To miniaturize a substrate observation device, stabilize positioning accuracy, and eliminate the deflection of an optical system.

**CONSTITUTION:** This is a spherical body inspection device for inspecting a plurality of steel balls 1 arranged on an inspection substrate 2. A light projection part 24 is composed of ring light sources 28, 29, 30 for projecting respective lights of red, green, and blue and this projection part 24 and an image pickup part 25 are movably supported by an X-axial table part 22 and a conveyer 27 for supporting the inspection substrate 2 is movably supported by an Y-axial table part 23. X, Y table controllers 37 of a processing part 26 control movement action of the X-axial table part 22 and the Y-axial table part 23 based on outputs of a controller part (CPU) 39 so that the inspection substrate 2 is positioned to the projection part 24 and the pickup part 25.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.10.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention picturizes the substrate in which two or more observation objects were carried with image pick-up equipment under predetermined lighting, and relates to the substrate observation equipment which observes each object using that image pick-up pattern.

[0002]

[Description of the Prior Art] This conventional kind of equipment arranges the susceptor for supporting a substrate on an X-Y table, arranges the floodlighting section and the image pick-up section, grows into that upper part, drives an X-Y table in advance of observation, and he is trying to position a substrate to a predetermined observation post.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above configurations, since a substrate moves to X and Y car shaft orientations, it needs to set up an X-Y table widely, and it has the problem that an equipment configuration is enlarged. Moreover, when performing two-dimensional migration, there is also a problem that secular change of positioning accuracy become large.

[0004] The problem of on the other hand taking time amount before Bure of optical system becomes large and image pick-up actuation is stabilized by carrying out two-dimensional migration of the image pick-up section in this case although moving an image pick-up section side is also considered instead of moving a substrate arises.

[0005] This invention was made paying attention to each above-mentioned trouble, and aims at realizing the miniaturization of equipment, stabilization of positioning accuracy, and a dissolution of Bure of optical system by making the both-way migration of a substrate and the image pick-up section carry out in the direction which intersects perpendicularly with along the level surface mutually, respectively.

[0006]

[Means for Solving the Problem] equipment for this invention to observe the substrate in which two or more observation objects were carried -- it is -- along the level surface -- a round trip -- with the 1st movable table the direction which is established in the upper part location of said 1st table, and intersects perpendicularly with the migration direction of the 1st table along the level surface -- a round trip -- with the 2nd movable table While having the control section which controls migration actuation of each said 1st and 2nd table and establishing the support means for supporting said substrate on said 1st table The floodlighting section which changes from the light source in a circle to said 2nd table, and the image pick-up section which picturizes said substrate under the lighting of this floodlighting section are arranged.

[0007]

[Function] By controlling migration actuation of each table, it moves in the direction in which a substrate, the floodlighting section, and along the level surface and the image pick-up section cross at right angles mutually, and a substrate is positioned to the floodlighting section and the image pick-up section in a proper location. In this case, since the successive range of a substrate becomes small, an equipment configuration is miniaturized. Moreover, since a substrate and the image pick-up section only carry out straight-line migration, positioning accuracy cannot age easily. Compared with the case where two-dimensional migration of the image pick-up section is furthermore carried out, Bure of optical system becomes small, and it can shift to observation processing whether you are Sumiya.

[0008]

[Example] the detection system which drawing 1 is the principle explanatory view of the sphere test equipment concerning one example of this invention, and consists of the floodlighting section 5 and the image pick-up section 6, and the sphere which is a subject of examination -- the physical relationship of 7 is shown.

[0009] In this drawing, if the flux of light 8 is floodlighted by the incident angle  $i$  to the front face of floodlighting section 5 twist sphere 7, the reflected light bundle 9 of include-angle  $i'$  ( $=i$ ) will carry out incidence to the image pick-up section 6 placed right above, and will be detected. the sphere illuminated by said flux of light 8 by this -- it means that it was detected that the curved-surface element of 7 makes the include angle of  $i$  to datum level 10

[0010] Moreover, if the floodlighting section 5 floodlights the flux of light 8 in which an incident angle has the width of face of  $2\delta i$  from  $i+\delta i$  to  $i-\delta i$ , the reflected light bundle 9 which has the width of face corresponding to the width of face will be detected by the image pick-up section 6. That is, the curved-surface element in which datum level 10 and the tilt angle to make have the include angle of the width of face from  $i+\delta i$  to  $i-\delta i$  in this case can be detected.

[0011] Furthermore, if the floodlighting section 5 is the thing in a circle horizontally installed to datum level 10 as shown in drawing 2 Since the distance of sphere 7 will be fixed in the floodlighting section 5 and the stacking tendency of the direction of an angle of rotation of a curved-surface element will be eliminated no matter what angle of rotation the sphere 7 may have to the center line 4 vertical to datum level 10 if sphere 7 is located on the center line 4 of an annulus ring Only datum level 10 and the tilt angle to make will be detected.

[0012] in addition, it is shown in this drawing 2 -- as -- the floodlighting section 5 -- a sphere -- if constituted with two or more light sources 11, 12, and 13 in a circle from which the incident angle of 7 differs, a curved-surface element with the orientation corresponding to the incident angle of the flux of lights 14, 15, and 16 by each light source is detectable. Moreover, if what emits a different hue light as each light sources 11, 12, and 13 is used, it can distinguish and ask for the detection data from a curved-surface element with the orientation of a different include angle, without needing exceptional processing.

[0013] If the light sources 11, 12, and 13 in a circle whose radii are three of  $r_n$  (2 however,  $n=1$  and 3) now are installed to datum level 10 at a level with the location of height  $h_n$  (2  $n=1$  and 3) the incident angle of each flux of lights 14, 15, and 16 of sphere 7 -- respectively -- in (2  $n=1$  and 3) -- becoming -- a sphere -- the tilt angle in 7 -- respectively -- in it is -- each curved-surface element is detectable with the image pick-up section 6. What is necessary is just to define an incident angle, i.e., the tilt angle of a curved-surface element which it is going to detect, by the degree type as compared with all the optical path lengths from each light sources 11, 12, and 13 to [ through the front face of sphere 7 ] the image pick-up section 6 at this time, since the magnitude of a curved-surface element is fully small.

[0014]

[Equation 1]

$$\cos i_n = \frac{h_n}{\sqrt{h_n^2 + r_n^2}}$$

[0015] Drawing 3 shows the whole sphere test equipment configuration concerning one example of this invention. the equipment of the example of a graphic display – the object for ball bearings – although it is for taking lessons from a shot and inspecting that surface roughness and sphericity automatically – this invention – the object for ball bearings – of course, it is applicable not only to a shot but other spherical inspection. Moreover, the equipment of this invention can carry out application implementation not only at spherical surface roughness or inspection of sphericity but at various kinds of other inspection, such as inspecting the existence of the blemish produced for example, on the sphere front face.

[0016] The equipment of the example of a graphic display collates beforehand the instruction pattern which asked for by count and which was made to memorize, and the image pick-up pattern which picturized and obtained the shot 1 which is a subject of examination, is for inspecting whether the surface roughness and the sphericity of a shot 1 are proper, and contains the X-axis table section 22, the Y-axis table section 23, the floodlighting section 24, the image pick-up section 25, the processing section 26, etc. as the configuration.

[0017] In the case of this example, as many shots 1 to be examined are inspected at once and it is shown in drawing 4, it prepares in the front face of the inspection substrate 2 at arrays [ holes / 3 / two or more / support ], and what carried out fitting support of the shot 1, respectively is supplied to each support hole 3 at this sphere test equipment. each – the height of the floodlighting section [ as opposed to the inspection substrate 2 in array spacing of a shot 1 ] 24, and the image pick-up section 25 – receiving – since it is small enough – each – a shot 1 exists on the center line of the floodlighting section 24 – be rich and do – simultaneous inspection is attained.

[0018] Said X-axis table section 22 and the Y-axis table section 23 constitute the positioning device for positioning the inspection substrate 2 in a proper location to the floodlighting section 24 and the image pick-up section 25, and are equipped with the motor (not shown) which operates based on the control signal from the processing section 26, respectively. If these motors drive, the X-axis table section 22 will move the image pick-up section 25 and the floodlighting section 24 in the direction of X, and the Y-axis table section 23 will move the conveyer 27 which supports the inspection substrate 2 in the direction of Y.

[0019] this inspection substrate 2 top – each – it is simultaneously picturized by the image pick-up section 25, a shot 1 receiving the exposure light from the floodlighting section 24.

[0020] the floodlighting section 24 – the control signal from the processing section 26 – being based – red light, green light, and blue glow – respectively – generating – each – it has the light sources 28, 29, and 30 in a circle for irradiating by incident angle which is different to a shot 1, and floodlights to said inspection substrate 2 by the light which the three-primary-colors light which emitted these light sources 28, 29, and 30 mixed, and the reflected light image is obtained in the image pick-up section 25, and is changed into an electrical signal. Although the thing of the structure to which each aforementioned light sources 28, 29, and 30 put red and each green and blue filter on the source of the white light in the case of this example is used, if each hue light is generated, of course, it is not restricted to such a configuration.

[0021] the color-television camera 32 which located the image pick-up section 25 on the upper center line of said floodlighting section 24 next – having – \*\*\*\* – said inspection substrate 2 top – each – the reflected light from a shot 1 is changed into the color signals R, G, and B in three primary colors by this color-television camera 32, and is supplied to the processing section 26 with it.

[0022] The processing section 26 The A/D-conversion section 33, Memory 38, it is what consists of the teaching table 35, the image-processing section 34, the judgment section 36, X, Y table controller 37, the image pick-up controller 31, the CRT display section 41, a printer 42, a keyboard 40, a floppy disk drive unit 43, a control section (CPU) 39, etc. the time of teaching mode – count – the instruction pattern of a shot 1 – generating – a judgment data file – creating – moreover, the time of the verification mode – the inspection substrate 2 top – each – color signals R and G and B are processed about a shot 1, an image pick-up pattern is detected, and an inspected data file is created. and this inspected data file and said judgment data file – comparing – this comparison result to the inspection substrate 2 top – each – surface roughness and the good of sphericity, and a defect are automatically judged per shot 1.

[0023] Drawing 5 shows the image 20 which picturized and obtained the inspection substrate 2, and the image pick-up pattern P about all the shots 1 is contained in this image 20.

[0024] Drawing 6 is the instruction pattern PS of a shot 1. The red and each green and blue hue patterns PR, PG, and PB which show and make the shape of an annulus ring It has appeared on the concentric circle. Which hue patterns PR, PG, and PB It is a perfect perfect circle, and the border line is smooth and irregularity does not exist.

[0025] Drawing 7 shows the image pick-up pattern P of a certain shot 1, and is the instruction pattern PS. They are each hue patterns PR, PG, and PB at a same order foreword. It has appeared on the concentric circle. Each hue patterns PR, PG, and PB In the internal and external border line, the irregularity 21 according to the surface irregularity of a shot 1 has appeared, and it is the instruction pattern PS. The quality of the surface roughness of a shot 1 is judged by evaluating extent of said receiving irregularity 21.

[0026] Drawing 8 is the instruction pattern PS. It is what received and showed the low image pick-up pattern P of sphericity with the alternate long and short dash line, and they are each hue patterns PR, PG, and PB. The quality of the sphericity of a shot 1 is judged by evaluating extent of a perfect circle.

[0027] It returns to drawing 3, and when color signals R, G, and B are supplied from said image pick-up section 25, the A/D-conversion section 33 carries out analog-to-digital conversion of this, and outputs it to a control section 39. Memory 38 is equipped with RAM etc. and used as activity area of a control section 39. The image-processing section 34 carries out the image processing of the image data supplied through the control section 39, creates said inspected data file and judgment data file, and supplies these to a control section 39 or the judgment section 36.

[0028] When this is memorized when a judgment data file is supplied from a control section 39 at the time of teaching, and a control section 39 outputs a transfer request at the time of inspection, the teaching table 35 reads a judgment data file according to this demand, and supplies this to a control section 39, the judgment section 36, etc.

[0029] the judgment data file to which the judgment section 36 was supplied from the control section 39 at the time of inspection, and the inspected data file transmitted from said image-processing section 34 – comparing – the inspection substrate 2 top – each – the quality of surface roughness and sphericity is judged per shot 1, and the judgment result is outputted to a control section 39.

[0030] The image pick-up controller 31 is equipped with the interface which connects a control section 39, the floodlighting section 24, and the image pick-up section 25, and based on the output of a control section 39, the quantity of light of each light sources 28, 29, and 30 of the floodlighting section 24 is adjusted, or it controls maintaining the mutual balance of each hue optical output of the color-television camera 32 of the image pick-up section 25 etc.

[0031] X and Y table controller 37 are equipped with the interface which connects a control section 39, said X-axis table section 22, and the Y-axis table section 23, and control the X-axis table section 22 and the Y-axis table section 23 based on the output of a control section 39.

[0032] The CRT display section 41 displays this on a screen, when it has the Braun tube (CRT) and image data, a judgment result, key input data, etc. are supplied from a control section 39. A printer 42 is printed out with the format (format) which was able to determine this beforehand, when a judgment result etc. is supplied from a control section 39. The keyboard 40 is equipped with various keys required to input actuation

information, the data about an instruction pattern, etc., and information, data, etc. which were inputted from this keyboard 40 are supplied to a control section 39.

[0033] The control section 39 is equipped with the microprocessor etc. and operates along with the procedure described below. the time of inspecting the new shot 1 first – a control section 39 – the key input data about an instruction pattern – being based – the inspection substrate 2 top – all – teaching is ended, after creating a judgment data file required to inspect a shot 1 and storing this in the teaching table 35.

[0034] If it next shifts to the verification mode, a control section 39 will read a judgment data file from the teaching table 35, and will supply this to the judgment section 36 while it incorporates the date data and ID number (identification number) to be examined of the day from the teaching table 35 or a keyboard 40.

[0035] Then, a control section 39 confirms whether the inspection substrate 2 was set on the Y-axis table section 23, after preparing image pick-up conditions and the processing conditions of data.

[0036] the image pick-up section 25 if the inspection substrate 2 is set, after a control section's 39 controlling the X-axis table section 22 and the Y-axis table section 23, and carrying out location appearance of the inspection substrate 2 and carrying out it – the inspection substrate 2 top – all – a shot 1 is made to picturize A/D conversion of the color signals R, G, and B in three primary colors acquired in this image pick-up actuation is carried out in the A/D-conversion section 33, and that conversion result is memorized by memory 38 on real time.

[0037] Subsequently, from said memory 38, the image data corresponding to each hue is made to transmit to the image-processing section 34, the image data of each hue is made binary with the suitable threshold according to each hue in this image-processing section 34, and a control section 39 is red and each green and blue hue patterns PR, PG, and PB. After detecting, an inspected data file is created based on each hue pattern. subsequently, a control section 39 makes said inspected data file transmit to the judgment section 36, and compares this inspected data file with said judgment data file – making – the inspection substrate 2 top – each – while making the quality of surface roughness and sphericity judge per shot 1, this judgment result is supplied to the CRT display section 41 or a printer 42, and these are made to display and print out

[0038] In addition, although the above-mentioned example is an example using the three light sources 28, 29, and 30 which output three-primary-colors light as the floodlighting section 24, the four or more light sources which output colored light which may use 1 thru/or two or more light sources which outputs not only this but the white light or the homogeneous light, and is different may be used for it.

[0039]

[Effect of the Invention] Since this invention was constituted so that the both-way migration of the floodlighting section and the image pick-up section might be made to carry out in the direction which intersects perpendicularly with the migration direction of a substrate along the level surface while it carried out both-way migration of the substrate in which two or more observation objects were carried like the above along the level surface, it can make the successive range of a substrate small and can realize the miniaturization of an equipment configuration. Moreover, since a substrate and the image pick-up section only carry out straight-line migration, the observation conditions which positioning accuracy stopped being able to age easily and were stabilized over the long period of time can be set up. Compared with the case where two-dimensional migration of the image pick-up section is furthermore carried out, Bure of optical system becomes small, and the remarkable effectiveness which attained the invention object is done so – it can shift to observation processing whether you are Sumiya.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-254417

(43)公開日 平成8年(1996)10月1日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/30	1 0 1		G 0 1 B 11/30	1 0 1 B
	1 0 2			1 0 2 Z

審査請求 有 請求項の数1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-38692  
 (62)分割の表示 特願平1-30389の分割  
 (22)出願日 平成1年(1989)2月9日

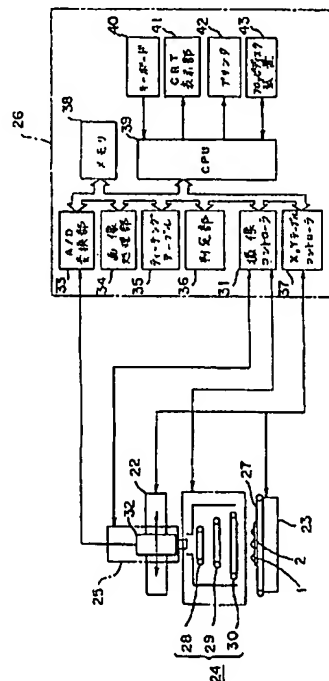
(71)出願人 000002945  
 オムロン株式会社  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地  
 (72)発明者 小林 茂樹  
 京都府京都市右京区花園中御門町3番地  
 株式会社立石ライフサイエンス研究所内  
 (72)発明者 谷村 保明  
 京都府京都市右京区花園中御門町3番地  
 株式会社立石ライフサイエンス研究所内  
 (74)代理人 弁理士 鈴木 由充

(54)【発明の名称】 基板観測装置

(57)【要約】

【課題】 装置の小型化、位置決め精度の安定化、光学系のブレの解消を実現する。

【解決手段】 検査基板2上に配備された複数の鋼球1を検査するための球体検査装置である。投光部24は、赤、緑、青の各光を投光する円環状の光源28、29、30より構成されており、この投光部24および撮像部25はX軸テーブル部22により、検査基板2を支持するコンベヤ27はY軸テーブル部23に、それぞれ移動可能に支持される。処理部26のX、Yテーブルコントローラ37は、制御部(CPU)39の出力に基づき、X軸テーブル部22、Y軸テーブル部23の移動動作を制御するもので、これにより検査基板2の投光部24および撮像部25に対する位置決めがなされる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の観測対象物が搭載された基板を観測するための装置であって、水平面沿いに往復移動可能な第1のテーブルと、前記第1のテーブルの上方位置に設けられ、水平面沿いに第1のテーブルの移動方向と直交する方向に往復移動可能な第2のテーブルと、前記第1、第2の各テーブルの移動動作を制御する制御部とを備え、前記第1のテーブル上には前記基板を支持するための支持手段が設けられるとともに、前記第2のテーブルには、円環状の光源より成る投光部と、この投光部の照明下で前記基板を撮像する撮像部とが配備されて成る基板観測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、複数の観測対象物が搭載された基板を所定の照明下で撮像装置により撮像し、その撮像パターンを用いて各対象物の観測を行う基板観測装置に関連する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のこの種の装置は、基板を支持するための支持台をXYテーブル上に配備し、その上方に投光部や撮像部を配備して成るもので、観測に先立ち、XYテーブルを駆動して基板を所定の観測位置に位置決めするようにしている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような構成の場合、基板はX、Y両軸方向に移動するのでXYテーブルを広く設定する必要があり、装置構成が大型化するという問題がある。また2次元の移動を行う場合、位置決め精度の経年変化が大きくなるという問題もある。

【0004】一方、基板を移動させる代わりに撮像部側を移動させることも考えられるが、この場合、撮像部を2次元移動させることにより光学系のブレが大きくなり、撮像動作が安定するまでに時間がかかるという問題が生じる。

【0005】この発明は、上記の各問題点に着目してなされたもので、基板、撮像部をそれぞれ水平面沿いに互いに直交する方向に往復移動させることにより、装置の小型化、位置決め精度の安定化、光学系のブレの解消を実現することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、複数の観測対象物が搭載された基板を観測するための装置であって、水平面沿いに往復移動可能な第1のテーブルと、前記第1のテーブルの上方位置に設けられ、水平面沿いに第1のテーブルの移動方向と直交する方向に往復移動可能な第2のテーブルと、前記第1、第2の各テーブルの移動動作を制御する制御部とを備えており、前記第1の

テーブル上には前記基板を支持するための支持手段が設けられるとともに、前記第2のテーブルには、円環状の光源より成る投光部と、この投光部の照明下で前記基板を撮像する撮像部とが配備されている。

## 【0007】

【作用】各テーブルの移動動作を制御することにより、基板と投光部および撮像部とが水平面沿いに互いに直交する方向に移動し、基板は投光部および撮像部に対して適正位置に位置決めされる。この場合、基板の移動範囲が小さくなるので装置構成が小型化する。また基板、撮像部ともに直線移動するだけであるので、位置決め精度が経年変化しにくい。さらに撮像部を2次元移動させる場合と比べて光学系のブレが小さくなり、すみやかに観測処理に移行できる。

## 【0008】

【実施例】図1は、この発明の一実施例にかかる球体検査装置の原理説明図であり、投光部5と撮像部6とから成る検出系と、検査対象である球体7との位置関係を示している。

【0009】同図において、投光部5より球体7の表面に対して入射角 $i$ で光束8を投光すると、角度 $i'$  ( $=i$ )の反射光束9が真上に置かれた撮像部6に入射して検出される。これにより前記光束8で照明された球体7の曲面要素は基準面10に対して $i$ の角度をなすことが検出されたことになる。

【0010】また投光部5が、入射角が $i + \Delta i$ から $i - \Delta i$ まで $2\Delta i$ の幅をもつ光束8を投光するならば、その幅に対応した幅を有する反射光束9が撮像部6により検出されることになる。すなわちこの場合は、基準面10となす傾斜角が $i + \Delta i$ から $i - \Delta i$ までの幅の角度をもつ曲面要素が検出できることになる。

【0011】さらに投光部5が、図2に示す如く、基準面10に対して水平に設置された円環状のものであれば、球体7を円環の中心線4上に位置させると、その球体7が基準面10に垂直な中心線4に対してどのような回転角をもっているとしても、投光部5と球体7との距離は一定であり、曲面要素の回転角方向の配向性は消去されるので、基準面10となす傾斜角だけが検出されることになる。

【0012】なおこの図2に示すように、投光部5を球体7への入射角が異なる複数の円環状光源11、12、13をもって構成すれば、各光源による光束14、15、16の入射角に対応した配向をもつ曲面要素が検出できる。また各光源11、12、13として異なる色相光を発するものを用いれば、異なる角度の配向をもつ曲面要素からの検出データを格別な処理を必要とせず区別して求めることができる。

【0013】いま半径が $r_n$  (ただし $n=1,2,3$ )の3個の円環状の光源11、12、13を基準面10に対して高さ $h_n$  ( $n=1,2,3$ )の位置に水平に設置すれば、

3

球体7への各光束14, 15, 16の入射角はそれぞれ  $i_n$  ( $n=1,2,3$ ) となり、球体7における傾斜角がそれぞれ  $i_n$  である各曲面要素を撮像部6により検出することができる。このとき各光源11, 12, 13から球体7の表面を経て撮像部6に至る全光路長に比して曲面要素の大きさが十分に小さいので、次式により入射角、すなわち検出しようとする曲面要素の傾斜角を定めればよい。

【0014】

【数1】

$$\cos i_n = \frac{h_n}{\sqrt{h_n^2 + r_n^2}}$$

【0015】図3は、この発明の一実施例にかかる球体検査装置の全体構成を示している。図示例の装置は、玉軸受用鋼球につきその表面粗さと真球度とを自動的に検査するためのものであるが、この発明は、玉軸受用鋼球に限らず、その他の球体の検査にも適用できることは勿論である。またこの発明の装置は、球体の表面粗さや真球度の検査のみならず、例えば球体表面に生じた傷の有無を検査するなど、その他の各種の検査にも適用実施できる。

【0016】図示例の装置は、予め計算で求めて記憶させた教示パターンと、検査対象である鋼球1を撮像して得た撮像パターンとを照合して、鋼球1の表面粗さと真球度とが適正であるか否かを検査するためのもので、X軸テーブル部22, Y軸テーブル部23, 投光部24, 撮像部25, 処理部26などをその構成として含んでいる。

【0017】この実施例の場合、検査対象の鋼球1を一度に多数個検査するもので、図4に示す如く、検査基板2の表面に複数個の支持穴3を等配列に設け、各支持穴3に鋼球1をそれぞれ嵌合支持させたものを、この球体検査装置に供給するようにしてある。各鋼球1の配列間隔は、検査基板2に対する投光部24および撮像部25の高さに対して十分に小さいため、各鋼球1は投光部24の中心線上に存在するとみなされ、同時検査が可能となる。

【0018】前記X軸テーブル部22およびY軸テーブル部23は、検査基板2を投光部24および撮像部25に対して適正位置に位置決めするための位置決め機構を構成するもので、それぞれ処理部26からの制御信号に基づいて動作するモータ（図示せず）を備えている。これらモータが駆動すると、X軸テーブル部22は撮像部25および投光部24をX方向へ移動させ、またY軸テーブル部23は検査基板2を支持するコンベヤ27をY方向へ移動させる。

【0019】この検査基板2上の各鋼球1は、投光部24からの照射光を受けつつ撮像部25により同時に撮像される。

4

【0020】投光部24は、処理部26からの制御信号に基づき赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ発生して各鋼球1へ異なる入射角で照射するための円環状の光源28, 29, 30を備えており、これら光源28, 29, 30を発した三原色光の混合した光により前記検査基板2に投光して、その反射光像を撮像部25で得て電気信号に変換する。この実施例の場合、前記の各光源28, 29, 30は白色光源に赤色、緑色、青色の各フィルタを被せた構造のものをを用いているが、各色相光を発生させるものであれば、このような構成に限られないことは勿論である。

【0021】つぎに撮像部25は、前記投光部24の上方の中心線上に位置させたカラーテレビカメラ32を備えており、前記検査基板2上の各鋼球1からの反射光はこのカラーテレビカメラ32によって三原色のカラー信号R, G, Bに変換されて処理部26へ供給される。

【0022】処理部26は、A/D変換部33, メモリ38, ティーチングテーブル35, 画像処理部34, 判定部36, X, Yテーブルコントローラ37, 撮像コントローラ31, CRT表示部41, プリンタ42, キーボード40, フロッピーディスク装置43, 制御部(CPU)39などから構成されるもので、ティーチングモードのとき、計算により鋼球1の教示パターンを生成して判定データファイルを作成し、また検査モードのとき、検査基板2上の各鋼球1についてカラー信号R, G, Bを処理し、撮像パターンを検出して被検査データファイルを作成する。そしてこの被検査データファイルと前記判定データファイルとを比較して、この比較結果から検査基板2上の各鋼球1につき表面粗さおよび真球度の良、不良を自動的に判定する。

【0023】図5は、検査基板2を撮像して得た画像20を示すもので、この画像20中には全ての鋼球1についての撮像パターンPが含まれている。

【0024】図6は、鋼球1の教示パターンPsを示すもので、円環状をなす赤色、緑色、青色の各色相パターンPr, Pg, Pbが同心円上に現れている。いずれの色相パターンPr, Pg, Pbも完全な真円であり、その輪郭線はなめらかであって凹凸は存在しない。

【0025】図7は、ある鋼球1の撮像パターンPを示すもので、教示パターンPsと同順序で各色相パターンPr, Pg, Pbが同心円上に現れている。各色相パターンPr, Pg, Pbの内外の輪郭線には、鋼球1の表面凹凸に応じた凹凸21が現れており、教示パターンPsに対する前記凹凸21の程度を数値化することにより、鋼球1の表面粗さの良否を判断する。

【0026】図8は、教示パターンPsに対して真球度の低い撮像パターンPを一点鎖線で示したもので、各色相パターンPr, Pg, Pbの真円の程度を数値化することにより、鋼球1の真球度の良否を判断する。

【0027】図3に戻って、A/D変換部33は前記撮



像部25からカラー信号R、G、Bが供給されたときに、これをアナログ・デジタル変換して制御部39へ出力する。メモリ38はRAMなどを備え、制御部39の作業エリアとして使われる。画像処理部34は制御部39を介して供給された画像データを画像処理して前記被検査データファイルや判定データファイルを作成し、これらを制御部39や判定部36へ供給する。

【0028】ティーチングテーブル35はティーチング時に制御部39から判定データファイルが供給されたとき、これを記憶し、また検査時に制御部39が転送要求を出力したとき、この要求に応じて判定データファイルを読み出して、これを制御部39や判定部36などへ供給する。

【0029】判定部36は、検査時に制御部39から供給された判定データファイルと、前記画像処理部34から転送された被検査データファイルとを比較して、検査基板2上の各鋼球1につき表面粗さおよび真球度の良否を判定し、その判定結果を制御部39へ出力する。

【0030】撮像コントローラ31は、制御部39と投光部24および撮像部25とを接続するインターフェースなどを備え、制御部39の出力に基づき投光部24の各光源28、29、30の光量を調整したり、撮像部25のカラーテレビカメラ32の各色相光出力の相互バランスを保つなどの制御を行う。

【0031】X、Yテーブルコントローラ37は制御部39と前記X軸テーブル部22およびY軸テーブル部23とを接続するインターフェースなどを備え、制御部39の出力に基づきX軸テーブル部22およびY軸テーブル部23を制御する。

【0032】CRT表示部41はブラウン管(CRT)を備え、制御部39から画像データ、判定結果、キー入力データなどが供給されたとき、これを画面上に表示する。プリンタ42は制御部39から判定結果などが供給されたとき、これを予め決められた書式(フォーマット)でプリントアウトする。キーボード40は操作情報や教示パターンに関するデータなどを入力するのに必要な各種キーを備えており、このキーボード40から入力された情報やデータなどは制御部39へ供給される。

【0033】制御部39は、マイクロプロセッサなどを備えており、つぎに述べる手順に沿って動作する。まず新たな鋼球1を検査するとき、制御部39は、教示パターンについてのキー入力データに基づき、検査基板2上の全鋼球1を検査するのに必要な判定データファイルを作成し、これをティーチングテーブル35に記憶させた後、ティーチングを終了する。

【0034】つぎに検査モードに移行すると、制御部39はティーチングテーブル35やキーボード40からその日の日付データや、検査対象のIDナンバ(識別番号)を取り込むとともに、ティーチングテーブル35から判定データファイルを読み出して、これを判定部36

に供給する。

【0035】この後、制御部39は、撮像条件やデータの処理条件を整えた後、Y軸テーブル部23上に検査基板2がセットされたかどうかをチェックする。

【0036】検査基板2がセットされると、制御部39はX軸テーブル部22およびY軸テーブル部23を制御して検査基板2を位置出しした後、撮像部25に検査基板2上の全鋼球1を撮像させる。この撮像動作で得られた三原色のカラー信号R、G、BはA/D変換部33でA/D変換され、その変換結果はメモリ38にリアルタイムで記憶される。

【0037】について制御部39は、前記メモリ38より各色相に対応する画像データを画像処理部34へ転送させ、この画像処理部34にて各色相の画像データを各色相別の適当なしきい値で2値化するなどして、赤色、緑色、青色の各色相パターン $P_R$ 、 $P_G$ 、 $P_B$ を検出した後、各色相パターンに基づき被検査データファイルを作成する。ついで制御部39は、前記被検査データファイルを判定部36に転送させ、この被検査データファイルと前記判定データファイルとを比較させて、検査基板2上の各鋼球1につき表面粗さおよび真球度の良否を判定させると共に、この判定結果をCRT表示部41やプリンタ42に供給して、これらを表示させ、またプリントアウトさせる。

【0038】なお上記実施例は、投光部24として三原色光を出力する3個の光源28、29、30を用いた例であるが、これに限らず、白色光または単色光を出力する1ないし複数個の光源を用いたものであってもよく、また異なる色光を出力する4以上の光源を用いたものであってもよい。

【0039】

【発明の効果】この発明は上記の如く、複数個の観測対象物が搭載された基板を水平面沿いに往復移動させるとともに、投光部および撮像部を水平面沿いに基板の移動方向と直交する方向に往復移動させるよう構成したから、基板の移動範囲を小さくでき、装置構成の小型化が実現できる。また基板、撮像部ともに直線移動するだけであるので、位置決め精度が経年変化しにくくなり、長期間にわたって安定した観測条件を設定することができる。さらに撮像部を2次元移動させる場合と比べて光学系のブレが小さくなり、すみやかに観測処理に移行することができるなど、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の原理を示す原理説明図である。

【図2】この発明の原理を示す原理説明図である。

【図3】この発明の一実施例にかかる球体検査装置の全体構成を示す説明図である。

【図4】検査基板を示す斜面図である。

【図5】撮像部で得た画像を示す説明図である。



7

8

【図6】教示パターンを示す説明図である。

5, 24 投光部

【図7】撮像パターンを示す説明図である。

6, 25 撮像部

【図8】パターンの歪状態を示す説明図である。

22 X軸テーブル部

【符号の説明】

23 Y軸テーブル部

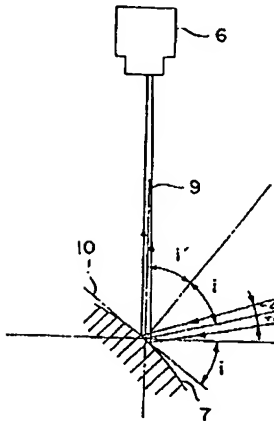
1 鋼球

26 処理部

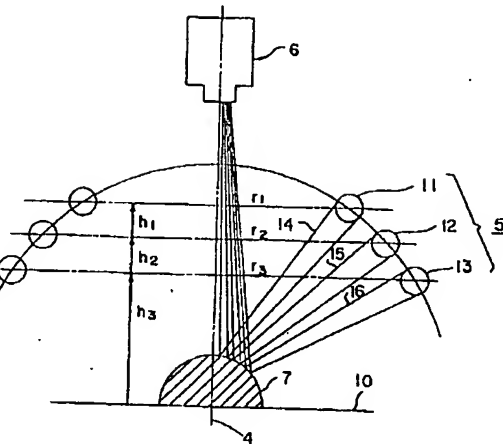
2 基板

11, 12, 13, 28, 29, 30 光源

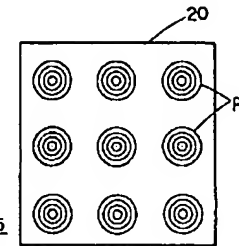
【図1】



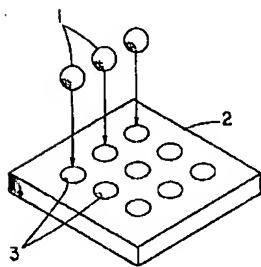
【図2】



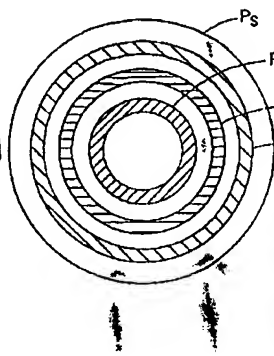
【図5】



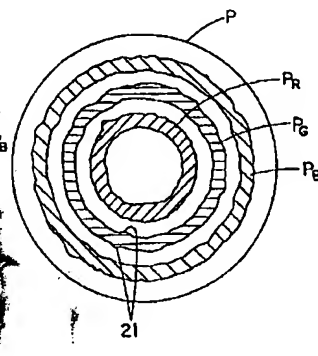
【図4】



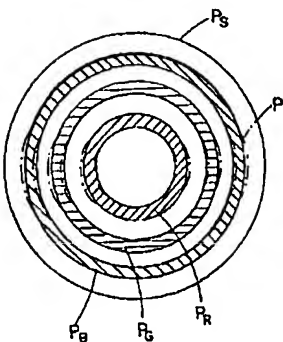
【図6】



【図7】



【図8】



【図3】

